

PENGARUH WAKTU FERMENTASI TEH KOMBUCHA TERHADAP KADAR ANTIOKSIDAN SEBAGAI MINUMAN PROBIOTIK

Nurfitriani¹, Asniwati Zainuddin², Yusrianto Malago^{3*}

^{1,2} Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian,

^{3*} Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Ichsan Gorontalo, Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17, Gorontalo

*Corresponding author : yriant.iiixvix.fikom@gmail.com

ABSTRAK

Teh mengandung zat antioksidan berupa substansi fenol (tanin dan flavanoid). Teh kombucha adalah minuman fermentasi yang terbuat dari teh dan gula dengan *SCOBY*. Teh ini dapat menjadi probiotik yang kaya akan antioksidan. Salah satu bentuk peningkatan keanekaragaman hasil olahan teh yaitu dengan membuat minuman teh kombucha melalui proses fermentasi yang dapat berfungsi sebagai minuman probiotik yang memiliki khasiat lebih besar dibandingkan teh sebelum fermentasi. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh fermentasi terhadap kadar antioksidan. Teknik pengumpulan data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi waktu fermentasi 7,12,14 hari. Hasil penelitian nilai rata-rata pH yaitu 4 termasuk dalam batas aman untuk dikonsumsi. Kadar antioksidan tertinggi berdasarkan nilai IC₅₀ fermentasi 12 hari 3,71 µg/mL, terendah fermentasi 7 hari sekitar 7,08 µg/mL. Variasi waktu/lama fermentasi yang diberikan dalam penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap kadar antioksidan yang dihasilkan tetapi memiliki nilai antioksidan yang cukup tinggi berdasarkan nilai IC₅₀ jika dibandingkan teh tanpa fermentasi. Hasil penelitian teh kombucha 7-14 hari fermentasi dan total pH teh kombucha dapat direkomendasikan menjadi minuman probiotik.

Kata Kunci: Kombucha, Teh, Probiotik

ABSTRACT

Tea contains antioxidant substances in the form of phenol substances (tannins and flavanoids). Kombucha tea is a fermented beverage made from tea and sugar with SCOBY. This tea can be a probiotic that is rich in antioxidants. One form of increasing the diversity of processed tea products is by making kombucha tea drinks through a fermentation process that can function as a probiotic drink that has greater efficacy than tea before fermentation. The purpose of the study was to analyze the effect of fermentation on antioxidant levels. Data collection techniques using a complete randomized design (CRD) with variations in fermentation time of 7, 12, 14 days. The results of the study the average pH value of 4 is included in the safe limit for consumption. The highest antioxidant levels based on the IC₅₀ value of 12 days fermentation 3.71 µg/mL, the lowest fermentation 7 days about 7.08 µg/mL. The variation of fermentation time/length given in this study did not significantly affect the antioxidant levels produced but had a fairly high antioxidant value based on the IC₅₀ value when compared to unfermented tea. The results of research on kombucha tea 7-14 days of fermentation and the total pH of kombucha tea can be recommended as a probiotic drink.

Keywords: Combucha, Tea, Probiotic



PENDAHULUAN

Teh merupakan tanaman yang pertama kali ditemukan di China kemudian menyebar hingga ke Indonesia dan cukup banyak dibudidayakan. Teh dibuat secara fermentasi spontan tanpa menggunakan ragi, dimana proses fermentasi daun teh ini melalui proses oksidasi yang memecahkan komponen-komponen dalam daun teh melalui oksigen yang ada diudara.

Teh mengandung zat antioksidan berupa substansi fenol (tanin dan flavanoid). Tanin merupakan senyawa polifenol, flavanoid. Teh mengandung berbagai senyawa polifenol, flavonol, katekin, katekin galat, adenin, kafein, teobromin, teofilin, asam galat, tanin, dan galotanin. Senyawa tersebut menjadikan minuman ini memiliki potensi antioksidan yang tinggi (Aboulwafa et al., 2019). Katekin dan tanin adalah polifenol yang paling umum. Senyawa tersebut berkontribusi terhadap rasa pahit, astringency, dan manis pada minuman teh (Santos et al., 2018). Ekstrak teh hitam menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup terhadap bakteri (Goswami et al., 2020). Kombucha dikenal sebagai minuman yang kaya dengan senyawa bioaktif, terutama senyawa fenolik. Senyawa ini mewakili kelompok utama yang memiliki aktivitas antioksidan (Cardoso et al., 2020). Beberapa manfaat yang dikaitkan dengan kombucha telah dibuktikan dalam studi in vitro dan dengan hewan, seperti pengendalian stres oksidatif (Srihari et al., 2013), aktivitas antimikroba (Battikh et al., 2012), pengobatan dan pencegahan diabetes (Aloulou et al., 2012) dan peningkatan fungsi hati (Wang et al., 2013).

Teh kombucha minuman berbahan dasar teh dan jamur (koloni simbiosis bakteri dan khamir) yang menggunakan gula sebagai substratnya selama proses fermentasi (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022). Sistem biotik dalam komposisi kultur mikroba kombucha terkait erat dengan asal usul jamur teh dan sangat menentukan kualitas produk akhir fermentasi (Li et al., 2023; Meng, Wang, Li, Chen, & Chen, 2024). Koloni jamur teh kombucha ada yang berasal dari *Gluconobacter* dan *Komagataeibacter*, *Acinetobacter*, dan jenis mikrobioma bakteri lainnya, berasal dari berbagai daerah di Cina, jenis jamur yang berperan dalam fermentasi juga akan sangat memengaruhi profil sensori dari kombucha (Jing Zhang et al., 2024). Selain mikroba, glukosa yang digunakan sebagai substrat fermentasi sangat penting karena berfungsi

sebagai karbon dan nutrisi untuk mikroba. Selama proses fermentasi gula diubah menjadi alkohol oleh ragi yaitu *Sacharomyces cereviseae* (Głód & Piszcz, 2021).

Salah satu keunggulan teh kombucha yaitu kemampuannya untuk menjadi probiotik yang kaya akan antioksidan, penting dalam menangkal radikal bebas di dalam tubuh. Proses fermentasi pada kombucha memegang peranan penting dalam menentukan kadar antioksidan, namun juga dapat mempengaruhi aspek lainnya berupa rasa, pH, kandungan gula. Waktu fermentasi mempengaruhi kadar antioksidan (Wahyuningtias et al, 2023). Selain itu total asam menurun, kadar alkohol meningkat (Hanggaeni et al, 2022).

Berdasarkan riset-riset sebelumnya telah memaparkan manfaat fermentasi teh dan semakin lama waktu fermentasi umumnya senyawa-senyawa aktif polifenol dan flavanoid mengalami peningkatan. Namun ada batasan dimana kadar ini akan menurun stabil. Dalam konteks kombucha sebagai minuman probiotik, waktu fermentasi akan mendukung pertumbuhan mikroorganisme baik yang berperan dalam kesehatan pencernaan. Sehingga rumusan masalah bagaimana waktu terbaik untuk mempertahankan/menignkatkan kadar antioksidan kombucha serta tujuan dari penelitian ini berfokus menganalisis pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar antioksidan teh kombucha.

Proses fermentasi pada suatu bahan pangan bertujuan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan pangan, meningkatkan citarasa produk serta nilai gizi . dalam rangka memenuhi kebutuhan akan pangan dan kesehatan masyarakat maka diperlukan adanya pemanfaatan bahan pangan melalui pengolahan teknologi tepat guna. Salah satu bentuk peningkatan keanekaragaman hasil olahan teh yaitu dengan membuat minuman teh kombucha melalui proses fermentasi yang dapat berfungsi sebagai minuman probiotik yang memiliki kandungan antioksidan lebih besar dibandingkan teh sebelum fermentasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Teh hijau bubuk, starter “Scoby, gula pasir 2 kg, air mineral, asam galat (Merck), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma), asam askorbat (Merck), kuersetin (Sigma), aquades, etanol (Merck), kertas label, gelas kimia (pirex), batang pengaduk, wadah/toples kaca ukuran 2 L, timbangan digital, spektrofotometri, pH meter, tissue/kain tipis, karet gelang.

Persiapan sampel

Fermentasi teh kombucha (Zubaidah E. 2022) meliputi dua tahapan yaitu pembuatan larutan teh terlebih dahulu dengan memberikan teh bubuk sebanyak 100gr, penambahan air 2 liter dan gula 200gr, kemudian pemanasan larutan selama 20 menit pada suhu stabil sambil dilakukan pengadukan, selanjutnya larutan yang telah dipanaskan dibiarkan pada suhu ruang, setelah dingin dilakukan penyaringan kedalam wadah kaca/toples. Tahapan berikutnya proses fermentasi dengan penambahan 1 buah starter Scoby + cairan starter Scoby 10% kedalam larutan teh untuk masing-masing perlakuan, kemudian menutup mulut wadah kaca/toples menggunakan tissue/kain tipis direkatkan karet gelang dan selanjutnya difermentasi pada tempat yang steril dan fermentasi berlangsung selama 7, 12 dan 14 hari.

Pengukuran Derajat Keasaman (pH) (AOAC, 2005)

Sampel yang telah dihomogenkan (medium fermentasi) diambil sekitar 30 ml dan ditempatkan dalam beaker glass 50 ml. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi menggunakan buffer pH 7 dan 4 lalu dibersihkan dengan aquades selanjutnya dilakukan pengukuran pH sampel. Setiap kali akan mengukur pH sampel yang lain, sebelumnya pH meter dibersihkan dengan aquades.

Aktivitas Antioksidan (Prayoga, 2013).

Metode peredaman radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan methanol radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas. Ketika larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron maka DPPH akan tereduksi, menyebabkan warna ungu akan memudar dan digantikan warna kuning yang berasal dari gugus pikril Nilai konsentrasi efektif merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (mikrogram/mililiter) yang mampu menghambat 50%

oksidasi. Perhitungan nilai konsentrasi efektif atau IC₅₀ menggunakan rumus (1) sebagai berikut:

Pembuatan Ekstrak (Prayoga, 2019).

Sebanyak 4,25 gram simplisia di ekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Simplisia di letakkan didalam gelas beaker kemudian ditambahkan 200 ml etanol untuk melarutkan simplisia. Ekstrak kemudian dilakukan penyaringan (residu dibuang jika tidak diperlukan).

Uji Antioksidan (Jaya et al, 2012)

Menyiapkan 5 gram sampel ekstrak Simplisia kedalam beaker glas. Kemudian membuat larutan induk masing-masing sampel sebesar 100 ppm dengan melarutkan 10 mg ekstrak pada 100 ml metanol PA. Selanjutnya melakukan pengenceran menggunakan pelarut metanol PA dengan membuat variasi konsentrasi yaitu 5 ppm, 6 ppm, 7 ppm, 8 ppm dan 9 ppm pada tiap masing-masing sampel. Menyiapkan larutan stock DPPH 50 ppm. Larutan stock DPPH dibuat dengan melarutkan 5 mg padatan DPPH ke dalam 100 ml metanol PA. Kemudian disiapkan larutan perbandingan, yaitu larutan kontrol yang berisi 2 ml metanol PA dan 1 ml larutan DPPH 50 ppm. Untuk sampel uji, disiapkan masing-masing 2 ml larutan sampel dan 2 ml larutan DPPH. Kemudian, di inkubasi selama 30 menit pada suhu 27°C hingga terjadi perubahan warna dari aktivitas DPPH. Semua sampel dibuat triplo. Semua sampel yaitu sampel ekstrak yang telah di inkubasi di uji nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer Uv-vis pada panjang gelombang 517 nm.

Nilai IC₅₀

Penentuan nilai IC₅₀ Analisis pengujian antioksidan metode DPPH dilakukan dengan melihat perubahan warna masing-masing sampel setelah di inkubasi bersama DPPH. Jika semua elektron DPPH berpasangan dengan elektron pada sampel ekstrak maka akan terjadi perubahan warna sampel dimulai dari ungu tua hingga kuning terang. Kemudian sampel diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

Analisis Data

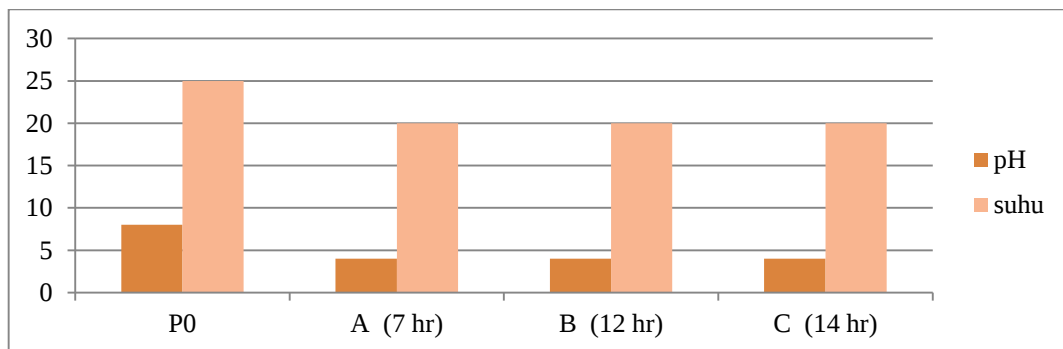
Analisis data berupa eksperimental dengan menggunakan SPSS untuk pengujian dengan teknik pengumpulan data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan sehingga memperoleh 9 satuan percobaan. Analisis ragam

terhadap data hasil pengamatan dilakukan dengan uji F, apabila menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji BNT. Berikut perlakuan penelitian : A = waktu fermentasi 7 hari, B = waktu fermentasi 12, C = waktu fermentasi 14 hari. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi kadar antioksidan dengan spektrofotometer (Sudarmaji et al., 1997).

HASIL

Derajat Keasaman (pH) Teh Kombucha

Teh kombucha selama proses fermentasi mengalami perubahan terutama pada derajat asam (pH). Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada sampel teh hijau, disajikan pada Gambar 1 berikut yang menunjukkan kadar pH yang diperoleh selama variasi waktu fermentasi.

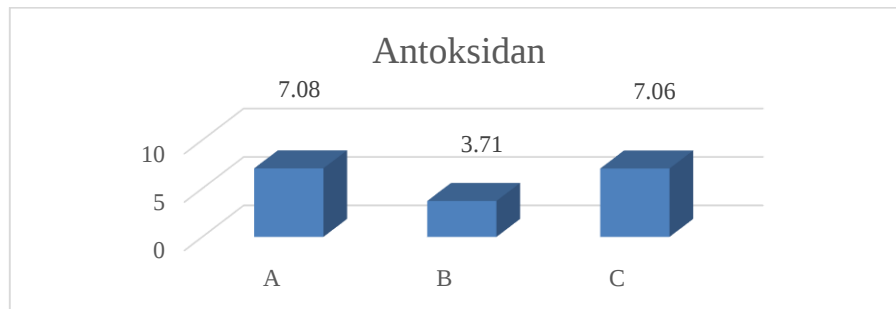


Gambar 1: Hasil Pengukuran Derajat Asam (pH) dan Temperatur pada Teh Kombucha.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap derajat asam (pH). Pada tabel 1 sampel P0 tanpa fermentasi pH sekitar 6 bersifat netral, sedangkan sampel A7 hingga C 14 nilai pH 4 bersifat asam.

Kadar Antioksidan Teh Kombucha

Kadar antioksidan merupakan komponen yang dapat membantu melawan radikal bebas yang bersifat toksik bagi tubuh. Pengukuran antioksidan dinyatakan dalam bentuk bioaktivitas antioksidan yaitu IC50. Berdasarkan hasil penelitian kadar antioksidan pada teh kombucha disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2: Hasil Pengukuran Kadar Antioksidan pada Teh Kombucha

Hasil penelitian kadar antioksidan teh kombucha dalam penelitian ini berdasarkan nilai IC₅₀, jika diurutkan antioksidan tertinggi sampel B sebesar 3,71 µg/mL selama fermentasi 12 hari, sampel C 7,06 µg/mL fermentasi 14 hr dan terendah sampel A 7,08 µg/mL fermentasi 7 hari. Berdasarkan hasil sidik ragam kadar antioksidan dan waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap derajat asam (pH). Pada tabel 1 sampel P0 tanpa fermentasi pH sekitar 6 bersifat netral, sedangkan sampel A7 hingga C 14 nilai pH 4 bersifat asam. Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi “*Scooby*” atau mikroba yang teh mengubah glukosa menjadi asam asetat dan glukonat atau asam organik. Menurut Nurhayati (2020), Nilai pH pada teh kombucha selama fermentasi dipengaruhi oleh metabolisme khamir dan bakteri. Dimana sukrosa yang diubah menjadi alkohol akan mengalami proses oksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asam. Pelepasan proton (H^+) oleh asam yang terbentuk mengakibatkan nilai pH menjadi rendah. Kemudian hasil riset Sulistiawaty et al. (2022), menjelaskan bahwa penurunan nilai pH teh kombucha akibat pemecahan/pengubahan glukosa oleh *Acetobacter xylinum* menjadi asam asetat dan glukonat. Dimana konversi tersebut menghasilkan proton H^+ , sehingga jumlah proton H^+ meningkat dan nilai pH semakin turun. Selain itu, penurunan nilai pH pada teh kombucha karena adanya substrat glukosa yang dikonversi menjadi produk berupa alkohol dan asam organik lainnya, dimana dengan adanya asam organik merupakan hasil metabolit bakteri dan yeast digunakan sebagai kultur sehingga menghasilkan nilai pH 4 atau rendah (Puspaningrum et al, 2022).

Teh kombucha pada umumnya akan mengalami perubahan nilai pH menjadi lebih asam. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi, diantaranya waktu fermentasi, total gula, jumlah starter. Dimana semakin lama waktu fermentasi dan variasi konsentrasi substrat nilai pH, total gula akan menurun yang disebabkan oleh serangkaian aktivitas mikroba dalam mengkonversi komponen larutan teh selama fermentasi berlangsung. Beberapa hasil penelitian terkait Santika et al (2024) menemukan lama fermentasi mengakibatkan penurunan total pH (3,12) dan gula (9,25) pada teh kombucha daun benalu dan teh hijau. Marwati et al (2013) konsentrasi gula dan starter yang berbeda berpengaruh nyata pada nilai pH (2,82), total asam (0,81 %), maupun gula (21,78 %).

Nilai pH yang diperoleh dalam penelitian ini termasuk dalam kategori aman untuk dikonsumsi. Hal ini berdasarkan spesifikasi Draft Uganda Standard tahun 2022, bahwa persyaratan nilai pH maksimal adalah 4,50. Serta menurut hasil riset Nurhayati (2020) menyatakan bahwa nilai pH teh kombucha yang aman dikonsumsi yaitu tidak kurang dari 3.

Kadar antioksidan dinyatakan dalam nilai IC₅₀, dimana nilai ini menggambarkan kemampuan bioaktivitas antioksidan dalam melawan radikal bebas, apabila ditemukan hasil nilai IC₅₀ rendah maka semakin tinggi kemampuan bioaktivitasnya. Hal ini disebabkan nilai IC₅₀ menunjukkan besarnya konsentrasi suatu senyawa dalam menghambat radikal DPPH sebanyak 50% (Prayoga, 2019). Berdasarkan studi literatur teh hijau mengandung kadar antioksidan lebih besar dibandingkan dengan jenis teh lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah et al., (2021), untuk melihat bioaktivitas antioksidan didapati hasil yaitu teh hijau memiliki nilai IC₅₀ 58,61 ppm, teh oolong memiliki nilai IC₅₀ 117,56 ppm, dan teh hitam dengan nilai IC₅₀ 137,60 ppm.

Salah satu penghasil antioksidan terbesar adalah teh hijau, sebagian besar golongan antioksidan di daun teh adalah polifenol atau flavanoid yang terdiri dari katekin seperti epigallocatechin gallate (EGCG). Epicatechin (EC) dan epigallocatechin (EGC) memunculkan rasa sedikit sepat (pahit) dengan sedikit manis setelah diminum. Sedangkan bentuk gallatennya (EGC dan EGCG) memunculkan rasa sepat yang kuat (Dewi, 2016).

Hasil penelitian kadar antioksidan teh kombucha dalam penelitian ini berdasarkan nilai IC50, jika diurutkan antioksidan tertinggi sampel B sebesar 3,71 µg/mL selama fermentasi 12 hari, sampel C 7,06 µg/mL fermentasi 14 hr dan terendah sampel A 7,08 µg/mL fermentasi 7 hari. Berdasarkan hasil sidik ragam kadar antioksidan dan waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata. Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian ini dan studi literatur perbandingan kadar antioksidan teh dan teh hijau setelah difermentasi menggunakan “*Scooby*” menjadi kombucha memiliki aktivitas antioksidan jauh lebih meningkat. Hal ini didukung oleh riset Pratiwi (2024), yang menemukan bioaktivitas antioksidan nilai IC50 dari teh hijau kering yaitu sekitar 10,31 µg/mL ppm. Sehingga dengan kata lain kombucha teh hijau memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan teh hijau. Nilai IC50 itu sendiri merupakan kebalikan dari kekuatan atau potensi antioksidan dari suatu bahan, dimana semakin rendah nilai IC50 maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Hal ini juga sejalan dengan riset Khaerah (2019) yang memperlihatkan kombucha teh hijau memiliki aktivitas antioksidan sebesar 19,76-22,74 yang paling tinggi dibandingkan dengan teh tanpa fermentasi (kombucha).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu nilai pH 4 termasuk dalam batas aman untuk dikonsumsi. Teh kombucha mengandung dan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih cukup tinggi 3,71-7,08 µg/mL. Variasi waktu/lama fermentasi yang diberikan dalam penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap kadar antioksidan yang dihasilkan tetapi memiliki nilai antioksidan yang cukup tinggi berdasarkan nilai IC50 jika dibandingkan teh tanpa fermentasi. Sehingga berdasarkan hasil penelitian teh kombucha 7-14 hari fermentasi dan total pH teh kombucha dapat direkomendasikan menjadi minuman probiotik.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada lembaga penelitian Universitas Ichsan Gorontalo (Unisan) yang telah menjadi sponsor dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboulwafa, M. M., Youssef, F. S., Gad, H. A., Altyar, A. E., Al-Azizi, M. M., & Ashour, M. L. (2019). A comprehensive insight on the health benefits and phytoconstituents of *Camellia sinensis* and recent approaches for its quality control. *Antioxidants*, 8(10), 455.
- Aisya K. P., Sabrina. (2024). Potensi Kombucha Sebagai Minuman Probiotik dan Sumber Antioksidan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. p-ISSN: 2622-8327 e-ISSN: 2089-5364. 10 (5), 37-44 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10516344>.
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M. B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 1–9.
- Anjarsari, I. R. D. (2016). Katekin teh Indonesia: prospek dan manfaatnya Indonesia tea catechin: prospect and benefits. *Jurnal Kultivasi Vol*, 15(2).
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international. 18th edition. Gaithersburg: AOAC International.
- Battikh, H., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2012). Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT Food Science and Technology*, 47(1), 71–77.
- Bhattacharya, D., Sinha, R., Mukherjee, P., Howlader, D. R., Nag, D., Sarkar, S., et al. (2020). Anti-virulence activity of polyphenolic fraction isolated from kombucha against *Vibrio cholerae*. *Microbial Pathogenesis*, 140, Article 103927. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103927>
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D’Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Presseete, C. G., Azevedo, L., Martino, H. S. D., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., & Barros, F. A. R.de (2020). Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782>.
- De-girmencio-glu, Yıldız, Sahan, Güldas, & Gürbüz, O. (2021). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2304–2312. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04741-7>
- Diez-Ozaeta, I., & Astiazaran, O. J. (2022). Recent advances in kombucha tea: Microbial consortium, chemical parameters, health implications and biocellulose production. *International Journal of Food Microbiology*, 377, Article 109783. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109783>.
- Fadhilah, Z. H., Perdana, F. & Syamsudin, R. A. M. R. (2021). Review: Telaah Kandungan Senyawa Katekin dan Epigalokatekin Galat (EGCG) sebagai Antioksidan pada Berbagai Jenis Teh. *J. Pharmascience* 8 (31)
- Fonteles, T. V., dos Santos, A. Y. S., Linhares, M. D. F. D., Miguel, T. B. A. R., de Castro Miguel, E., & Rodrigues, S. (2024). Metabolic responses of kombucha

- consortium fermentation upon ultrasound-processing. *Food Chemistry Advances*, 4, 100646.
- Głód, B. K., & Piszcz, P. (2021). Changes in the antioxidative properties of honeys during their fermentation. *Open Chemistry*, 19(1), 600–603
- Goswami, P., Kalita, C., & Bhuyan, A. C. (2020). Antibacterial Activity of Black Tea Extract against *S. mutans*, *S. aureus*, *L. acidophilus*, *Klebsiella* and *E. coli*. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(01), 18–22
- Jaya, I. G. N. I. P., Leliqia, N. P. E., & Widjaja, I. N. K. (2012). Uji Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH Ekstrak Produk Teh Hitam (*Camellia sinensis* (L.) O.K.) dan Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb) Serta Profil KLTDensitometernya. *Jurnal Farmasi Udayana*, 1(1), 86–101
- Jayabalan, R., Malbasa, R. V., Loncar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Kaashyap, M., Cohen, M., & Mantri, N. (2021). Microbial diversity and characteristics of kombucha as revealed by metagenomic and physicochemical analysis. *Nutrients*, 13 (12), 4446. <https://doi.org/10.3390/nu13124446>
- Khaerah Azrini , Fauzan Akbar (2019). Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh yang Berbeda. Prosiding Seminar Nasional LP2M. ISBN: 978-623-7496-14-4
- Lee, K. W. dan L. H. Joo.(2001). Antioxidant Activity of Black Tea vs. Green Tea. Department of Food Science and Technology. School of Agricultural Biotechnology. Seoul : Seoul National University, Korea.
- Li, S., Wang, S., Wang, L., Liu, X., Wang, X., Cai, R., et al. (2023). Unraveling symbiotic microbial communities, metabolomics and volatilomics profiles of kombucha from diverse regions in China. *Food Research International*, 174, Article 113652. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113652>
- Liu, Y., Zheng, Y., Yang, T., Regenstein, J. M., & Zhou, P. (2022). Functional properties and sensory characteristics of kombucha analogs prepared with alternative materials. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.001>
- Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 390–399.
- Marwati, H. S., & Handria, R. (2013). Pengaruh konsentrasi gula dan starter terhadap mutu teh kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(02), 49-53.
- Meng, Y., Wang, X., Li, Y., Chen, J., & Chen, X. (2024). Microbial interactions and dynamic changes of volatile flavor compounds during the fermentation of traditional kombucha. *Food Chemistry*, 430, Article 137060. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137060>.

- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Peluang Minuman Teh Kombucha Dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan Pencegah Dan Penyembuh Aneka Penyakit. *Journal Of Comprehensive Science (JCS)*, 1(1), 9-16.
- Nintiasari Jeinica, Ramadhani Melati A. (2022). Uji Kuantitatif Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Kersen (Muntingia calabura). Universitas Ngudi Waluyo. 5 (2).
- Nirmala R., S., Kejora H., Bambang S, S., Nunuk H. (2023). Pengaruh proporsi bunga telang dan gula terhadap sifat kimia dan organoleptik minuman kombucha. *Pro-Stek*, 5 (2) ISSN Cetak: 1979-4661 e-ISSN: 2579-7891
- Nurhayati, Yuwanti, S., & Urbahillah, A. (2020). Physicochemical and sensory characteristics of the cascara (dried cherries coffee peels) kombucha. 38-49
- Piszc & Głód, 2019). Piszc, P., & Głód, B. K. (2019). Antioxidative properties of selected polish honeys. *Journal of Apicultural Science*, 63(1), 81–91
- Pratama, N. Pato, U., Yusmarini. (2015). Kajian Pembuatan Teh Komb Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Jom Faperta. Vol. 2 No.2
- Pratiwi D, Qolby N. Perbandingan Bioaktivitas Antioksidan Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) Basah Dan Kering Dari Perkebunan Teh Sidamanik. *Binawan Stud.J.* 2024;6(2) 162-168.
- Prayoga, D. G. E., Nocianitri, K. A. & Puspawati, N. N. (2019), Identifikasi Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe. *J. Ilmu dan Teknol. Pangan* 8, 111
- Primurdia, E.G., dan J. Kusnadi. (2014). Aktivitas Antioksidan Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix Dactilyfera* L.) dengan Isolat *L. Plantarum* dan *L. Casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol 2(3): 98-109
- Purnami, K.I., A.A.G.N. Anom Jambe, Wisaniyasa, N.W. (2018). Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal ITEPA*. Vol. 7 No. 2 (Hal. 1-10)
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., & Sari, N. K. Y. (2022). Kandungan Total Asam , Total Gula dan Nilai pH Kombucha. *Sintesa*, 4(5), 149–156
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., & Sari, N. K. Y. (2022). Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan selama fermentasi kombucha cascara kopi arabika (*Coffea arabika* L.) Desa Catur Kabupaten Bangli. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 5(2), 44-51.
- Rahayu, R., Jose, C., Haryani, Y. (2015). Total Fenolik, Flavonoid, Dan Aktivitas Antioksidan Dari Produk Teh Hijau Dan Teh Hitam Tanaman Bangun-Bangun (*Coleus Amboinicus*) Dengan Perlakuan ETT Rumput Paitan. *JOM FMIPA*. Vol. 2 No. 1 pp (170-177)
- Santika Irwin, Erna Puspasari, Sri Rejeki R. (2024). Karakteristik Kimiawi dan Organoleptik Kombucha Benalu Teh (*Scurulla atropurpurea*) dan Teh Hijau (*Camellia sinensis*). *Jurnal Karimah Tauhid* 3(1). e-ISSN 2963-590X

- Santos, J. S., Deolindo, C. T. P., Hoffmann, J. F., Chaves, F. C., do Prado-Silva, L., Sant'Ana, A. S., Granato, D. (2018). Optimized *Camellia sinensis* var. *sinensis*, *Ilex paraguariensis*, and *Aspalathus linearis* blend presents high antioxidant and antiproliferative activities in a beverage model. *Food Chemistry*, 254, 348–358.
- Sudarmadji S, dkk. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Sulistiawaty, L., & Solihat, I. (2022). Kombucha: fisikokimia dan studi kritis tingkat kehalalan. *Warta Akab*, 46(1).
- Somantri, U., Fadillah, M. F., Rezaldi, F., Pruschia, I. D., Margarisa, D., & Maharani, M. (2023). In vitro pharmacological activity test of telang flower kombucha as antibacterial against *Vibrio cholerae* and *Shigella dysenteriae* through fermentation biotechnology method. *Biot J Ilm Biol Teknol dan Kependidikan*, 11(2)
- Srihari, T., Arunkumar, R., Arunakaran, J., & Satyanarayana, U. (2013). Downregulation of signalling molecules involved in angiogenesis of prostate cancer cell line (PC-3) by kombucha (lyophilized). *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 3(1), 53–58.
- Ulfia, Z. (2024). *Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Teh Kombucha Terhadap Bakteri S. Epidermidis Pada Beberapa Waktu Fermentasi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry).
- Wahyuningtias, D. S., Fitriana, A. S., & Nawangsari, D. (2023). Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.). *Pharmacy Genius*, 2(3), 198-207.
- Wang, L., Luo, Z., & Shahbazi, A. (2013). Optimization of simultaneous saccharification and fermentation for the production of ethanol from sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) bagasse using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.005>.
- Wang, Qinghu., Jinmei, J., Nayintai, D., Narenchaoketu, H., Jingjing, H., Baiyinmuqier, B. (2016). AntiInflammatory Effects, Nuclear Magnetic Resonance Identification and High Performance Liquid Chromatography Isolation of The Total Flavonoids *Artemisia frigida*. *Journal Of Food and drug Anlysis*. 24:385-391.
- Werdhasari. (2014). Peran Antioksida Bagi Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan Balitbangkes, Kemenkes RI
- Yanti Arfa N., et. al., (2020). Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dengan Konsentrasi Gula Berbeda. *Biologi FMIPA*. Universitas Halu Oleo.
- Yuliana Kolo, Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Safitri, E., Setyaji, D. Y., Fadhillah, F. R., & Fadillah FH, M. (2022). Analisis potensi fermentasi kombucha bunga kecombrang (*Clitoria ternatea* L.) dengan konsentrasi gula stevia sebagai inhibitor pertumbuhan bakteri patogen. *J Jeumpa*, 9(2), 729–738.

- Yuningtyas, S., Masaenah, E., & Telaumbanua, M. (2021). Aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar vitamin C dari kombucha daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 6(1), 10–14. <https://doi.org/10.47219/ath.v6i1.116>.
- Zhang, J., Hui M., Huatian W. M.S., Chuang Y. Q. L., Zengyang H., Shiqing S. T F., Lingyun Y., Jing Z., Hui M (2024). Flavor and sensory profile of kombucha fermented with raw Pu-erh tea and evaluation of the antioxidant properties. *Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116220>
- Zubaidah, E. (2022). Pengaruh Fermentasi Kombucha terhadap Aktivitas Antioksidan dan Senyawa Bioaktif Daun Herbal. *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*.